

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ**

*И. М. Шереметов*

*АУ АО «Государственная экспертиза проектов»,  
г. Астрахань (Россия)*

Нефть относится к уникальным природным ресурсам. Использование нефтепродуктов в хозяйственной деятельности является неотъемлемой чертой современной экономики. Однако, параллельно позитивной стороне этого процесса развивается его антипод – загрязнение окружающей среды углеводородами.

Нефтепродукты состоят из компонентов сырой нефти, отделенных друг от друга и полученных из них путем термokatалитических химических реакций. Загрязнением почв нефтепродуктами считается увеличение концентраций этих веществ до такого уровня, при котором:

- нарушается экологическое равновесие в почвенной системе;
- происходит изменение морфологических, физико-химических и химических характеристик почвенных горизонтов;
- изменяются водно-физические свойства почв;
- нарушается соотношение между отдельными фракциями органического вещества почвы, в частности между липидной и гумусовой составляющими;
- создается опасность вымывания из почвы нефтепродукта и вторичного загрязнения грунтовых и поверхностных вод.

Контроль за загрязнением почв нефтью и нефтепродуктами должен перманентно осуществляться вблизи наиболее вероятных мест импактного загрязнения (нефтепромыслов, нефтепроводов, нефтеперерабатывающих заводов, нефтехранилищ). Основной метод контроля - изучение морфологии почвенного профиля, определение содержания нефтепродуктов в образцах почв и грунтовых вод [1].

Токсичность разных типов нефти и нефтепродуктов не одинакова. Легкие фракции нефти и легкие нефтепродукты (бензины, керосины) обладают наиболее сильным токсическим действием на живые организмы. Но влияние этих продуктов происходит непродолжительное время вследствие быстрого испарения, биодеградации и рассеяния. Тяжелые фракции нефти и тяжелые нефтепродукты сильного токсического действия на организм не оказывают, но они значительно ухудшают свойства почв, затрудняют газо- и водообмен в почвах, затрудняют дыхание и питание растений. Эти компоненты очень устойчивы и могут сохраняться в почвах в течение длительного времени.

Для оценки состояния почвы в измененных и изменяющиеся условиях окружающей среды основное значение приобретают не количественные характеристики загрязнений сами по себе, а их последствия. Почва подвергается интенсивному антропогенному влиянию и служит одним из опасных звеньев циркуляции промышленных и сельскохозяйственных токсических веществ. Химические реакции в почве, связанные с обменом веществ, разложением и синтезом органических веществ, миграцией химических соединений, мобилизацией питательных элементов и т.д., осуществляются ферментативно [2]. Активность ферментов отражает интенсивность основных биохимических процессов: самоочищения почвы и разложения органических соединений азота, фосфора, углерода, а также степень эродированности и загрязнения почв [3].

В практике осуществления мониторинга загрязнения почв при оценке последствий загрязнения, особенно при оценке влияния токсичных загрязнений на наиболее важные физико-химические свойства почв, возникает необходимость определения характеристики этих свойств или тенденций изменения их во времени. Решается этот вопрос в рамках геоэкологического мониторинга, являющегося составной частью геотехнического контроля застраиваемых территорий [4, 5]. Одна из задач такого мониторинга - фиксация контура ореола загрязнения почв нефтепродуктами.

Характерным примером является ситуация, сложившаяся на дворовой территории, прилегающей к жилым домам № 8А, № 10Б по ул. Ботвина, дому № 33 по ул. Красноармейской Ленинского района г. Астрахани. На данной территории замечены следы загрязнения почвы нефтепродуктами предположительно на местах существовавших ранее битумных ям.

Инженерно-экологические изыскания на указанной территории выполнены в декабре 2010 года с соблюдением требований СНиП 11-02-96, СП 11-102-97 [6]. При определении типов сопряжений важное значение имеют как глубина просачивания атмосферных вод, так и глубина залегания грунтовых вод. Исходя из требований задания на выполнение инженерных изысканий закладывается серия почвенных разрезов. Количество разрезов зависит от сложности ландшафтной геохимической обстановки и

прогнозируемого распространения нефтепродуктов. Почвенные разрезы объединяются в систему профилей, протягивающихся в направлении движения поверхностного стока от предполагаемого источника загрязнения до места промежуточной или конечной аккумуляции. Опорные разрезы закладываются на основных элементах ландшафтно-геохимического профиля. Цель изучения таких разрезов - определить глубину просачивания нефтепродуктов, наличие внутрипочвенного потока, характер трансформации почвенного профиля.

На данной площадке заложено 4 почвенных разреза. Почвы на исследуемом участке представляют собой техногенные образования (сумма токсичных солей 0,094 % - 0,188 %, содержание гумуса 1,17 % - 2,97 %).

Для оконтуривания места загрязнения по площади и по вертикали необходимо определить ландшафтно-геохимическую позицию исследуемого участка [7]:

- тип элементарного ландшафта (автономный – на плоской возвышенности, трансэлювиальный – на склоне; элювиально-аккумулятивный – в небольших местных понижениях рельефа; трансупераквальный – подножие склона, поймы рек; трансаквальный – реки и другие водотоки);
- типы геохимических сопряжений в местных ландшафтах, которые определяют характер перемещения вещества: соотношение бокового и вертикального стоков; формы миграции, характер геохимических и физических барьеров, задерживающих нефть на пути движения потока.

Определение ореола загрязнения выполнялось в рамках инженерно-геофизических исследований в декабре 2010 года с использованием георадара ОКО-2 в соответствии с комплексным подходом к проведению инженерных изысканий [8].

Обследованная территория расположена в жилой зоне городского поселения (ГОСТ 17.8.1.02-88). В геоморфологическом отношении исследуемая площадка приурочена к современной аллювиальной дельтовой равнине, осложненной техногенными формами (селитебная зона). В геологическом строении площадки принимают участие современные техногенные и аллювиальные отложения, перекрытые с поверхности асфальтовым покрытием на гравийно-щебеночном основании.

По материалам изысканий прошлых лет на исследуемой территории выявлено, что безнапорные грунтовые воды приурочены к аллювиальному водоносному горизонту и залегают на отметках минус 22,9÷23,9 м. Поскольку обнаруженные в грунте нефтепродукты могут стать причиной загрязнения подземных вод мониторинг их состояния в границах обследуемой территории является составной частью экологических изысканий.

Важное свойство нефти и нефтепродуктов – растворимость. Сами нефти и нефтепродукты хорошо растворяют различные неорганические и органические вещества, среди которых могут находиться весьма токсичные соединения. Например, из неорганических веществ – это сера, серни-

стые соединения и другие. Из органических – канцерогенные углеводороды и многие другие токсичные и ядовитые вещества.

Нефть и нефтепродукты при комнатных и более низких температурах в воде практически не растворяются. В среднем их растворимость составляет сотые доли процента. Но уже этого достаточно, чтобы резко ухудшить качество воды. Обычно нефтяные компоненты образуют с водой эмульсию, которую трудно разрушить. Чаще всего нефть плавает на поверхности воды в виде пленки, обволакивает взвешенные частицы и оседает с ними на дно.

Существенное влияние на распространение загрязнения оказывают гидрометеорологические условия площадки. Климат Астраханской области резко континентальный. Диапазон колебания среднемесячных температур от  $-8,0$  °С (январь) до  $+24,5$  °С (июль). Наиболее «яркие» следы загрязнения на участке проявились в летний период, когда температура воздуха достигает  $+40,0$  °С. В этот период интенсивно формируются капилляры в суглинистых грунтах. Кроме того, при высоких температурах растворение битума происходит активнее. Сочетание этих факторов обусловило поднятие битумных масс на поверхность грунта.

Исходя из полученного ранее опыта [9], для решения поставленной задачи (определение контура загрязнения) на исследуемой площадке проложено 14 трасс различной длины. По данным геофизического обследования определены участки с битумным загрязнением, превышающим ПДК. Анализ полученных результатов подповерхностного зондирования позволяет сделать вывод об изменениях границ ореола битумного загрязнения грунта в пределах исследуемой территории.

На обработанных радарограммах загрязнения проявляются как локализованные области, находящиеся в границах восстановленного контура расположения резервуара. Изменение диэлектрической проницаемости в ореоле загрязнения наблюдается на глубине 0,2 м и ниже. Рассчитанное при помощи измерительной гиперболы значение диэлектрической проницаемости слоев отражено на профиле более плотным тоном заливки радарограммы.

Наиболее характерные аномалии, выявленные в результате обработки полученных данных, зафиксированы на следующих трассах:

- трасса № 3 – проложена перпендикулярно к дворовому фасаду жилого дома длиной 26 м (рис. 1),
- трасса № 5 – проложена вдоль ограждения территории детского сада длиной 44 м (рис. 2).

Ореол пятна битумного загрязнения грунта определен как границы аномалий - существенного изменения диэлектрической проницаемости грунта в заданном диапазоне. Данный подход позволяет проводить геоэкологический мониторинг грунтов на глубину зондирования в пределах разрешающей способности антенного блока георадара. В большинстве случа-

ев блок АБ-250 с частотой 250 Гц обеспечивает требуемые параметры для проведения обследования территорий с целью картирования загрязнений.

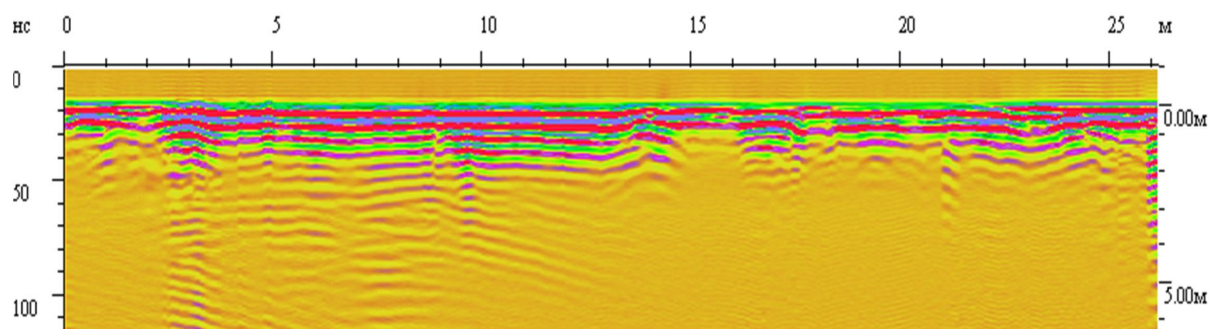


Рис. 1. Радарограмма трассы № 3

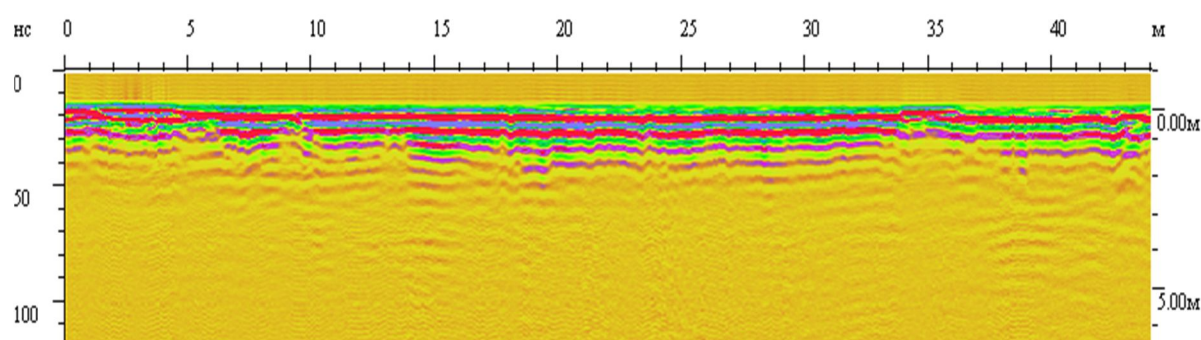


Рис. 2. Радарограмма трассы № 5

### *Литература*

1. Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв / под ред. канд. физ.-мат. наук С. Г. Малахова. – М. : Московское отд. Гидрометеоиздата, 1984. – 39 с.

2. Долгова, Л. Г. Применение ферментативной активности как одного из диагностических показателей, характеризующих загрязнение промышленными выбросами почвы/ Л. Г. Долгова // Биологическая диагностика почв. – М. : Наука, 1976. – С. 76–77.

3. Симонян, Б. Н. Диагностика эродированных почв по активности ферментов / Б. Н. Симонян, А. Ш. Галстян // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. – М. : Наука, 1976. – 400 с.

4. Полумордвинов, О. А. К вопросу о создании комплексной методики инженерных изысканий для решения геотехнических и геоэкологических задач строительства на урбанизированных территориях / О. А. Полумордвинов, И. М. Шереметов, А. Ю. Курдюк // Промышленное и гражданское строительство. – 2009. – № 1. – С. 56–57.

5. Шереметов, И. М. Актуальность геомониторинговых исследований при строительстве и эксплуатации высотных зданий и сооружений / И. М. Шереметов // Международная отраслевая научная конференция профессорско-преподавательского состава Астраханского государственного технического университета, посвященная 80-летию основания Астраханского государственного технического университета – АГТУ (54 ППС): тез. докл. в 2 т. / под общ. ред. проф. Н. Т. Берберовой, проф. А. В. Котельникова. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2010. – Т. II. – С. 212–222.

6. Рекультивация земель, прилегающих к домам № 8А, № 10Б по ул. Ботвина, дому № 33 по ул. Красноармейской Ленинского района г. Астрахани : технический отчет

// Комплексные инженерные изыскания, 741.10-ИИ.ОТ, ООО ПСФ «ГЕОэкспресс». – Астрахань, 2010.

7. Полевое обследование и картографирование уровня загрязнения почвенного покрова техногенными выбросами через атмосферу : метод. указания. – М. : ВАСХНИЛ, 1980. – 26 с.

8. Полумордвинов, О. А. Практическое применение метода георадиолокации при выполнении инженерных изысканий / О. А. Полумордвинов, И. М. Шереметов // Наука в современном мире : материалы VII Международной научно-практической конференции / под ред. Г. Ф. Гребенщикова. – М. : Спутник +, 2011.

9. Полумордвинов, О. А. Некоторые результаты применения инновационных технологий геофизических исследований основания здания, возводимого на Привокзальной площади г. Астрахани / О. А. Полумордвинов, И. М. Шереметов, А. Ю. Курдюк, Р. С. Мирзоев, Д. П. Дисяев // Инновационные технологии в науке и образовании – ресурс развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства : материалы III Международной научно-практической конференции. – Астрахань : АИСИ, 2010. – С. 152–157.